

明細書

フィルタ回路およびそれを利用した再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、フィルタ技術に関し、特に高域の周波数帯域の信号を通過させるフィルタ回路およびそれを利用した再生装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、液晶テレビジョン受像機、プラズマディスプレイテレビジョン受像機等が、CRTテレビジョン受像機に置き換わる形で登場している。このようなテレビジョン受像機の出現によって、テレビジョン受像機の大画面、薄型化に拍車がかかっている。このような状況の中、テレビジョン受像機に搭載されるスピーカに関して、エンクロージャの大きさや搭載位置の制約が大きくなっている。特にエンクロージャは小さくなる傾向にある。一般的にスピーカのエンクロージャが小さくなれば、豊かな低音の再生や臨場感の再現が困難になる。その結果、スピーカや液晶テレビジョン受像機を製造する製造者は、薄型化、小型化と引き換えに、再生すべき音質を低下させたスピーカを製造せざるを得ず、一方、スピーカや液晶テレビジョン受像機を使用する使用者は、低い音質の音声を聞かざるを得なかつた(例えば、非特許文献1参照。)。

非特許文献1:佐伯 多門 監修、「新版スピーカ&エンクロージャー百科」、誠文堂新光社、1999年5月、p. 27

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] 本発明者はこうした状況下、以下の課題を認識するに至った。エンクロージャ容量の小さいスピーカは、前述のごとく、所定の周波数より低い音声の再生が困難である(以下、スピーカで再生できる周波数を「再生可能周波数」という)。従来は、所定の周波数より低い音声を再生するために、それ以外の周波数帯域よりも大きな増幅率で増幅していた。増幅するためにスピーカの前段に設けたプリアンプは、非常に低い周波数領域の信号まで増幅し、スピーカの駆動に伴う低音歪も増幅されてしまう。その結果、スピーカで再生される音声の音質がさらに低下する。そこで、発明者は、ス

ピーカで再生される音声の音質に着目して、スピーカで再生が困難な所定の周波数より低い音声を遮断してしまう着想に至った。

[0004] さらに、エンクロージャ容量の小さいスピーカでは、一般的にスピーカに付随されるプリアンプ等の再生装置の小型化も要求される。前述のスピーカの再生可能周波数より低い周波数の信号を除去するために高域通過フィルタを設ける場合において、高域通過フィルタにも小型化、特にIC化が要求される。IC化に適したフィルタのひとつがスイッチトキャパシタ等価回路を使用したフィルタであるが、当該フィルタを通過した信号の周波数が、スイッチトキャパシタ等価回路のサンプリング周波数と比較してある程度高くなれば、サンプリング周波数の影響によって信号に歪が生じるために、当該フィルタを通過した信号の品質が低下する。

[0005] 本発明はこうした状況に鑑みてなされたもので、その目的は、エンクロージャ容量の小さいスピーカで再生できない周波数帯の信号を遮断するためのフィルタ回路およびそれを利用した再生装置の提供にある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある態様は、フィルタ回路である。この回路は、処理対象の信号を入力する入力部と、入力した信号をフィルタに通過させて、入力した信号のうちの低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、入力した信号から、抽出した低域通過特性の信号の成分と抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、入力した信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する第2抽出部とを備える。この回路において、第1抽出部は、フィルタに含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、フィルタは、スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出するように設定されており、第2抽出部は、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号にもとづいて、スピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出してもよい。

[0007] 「スピーカの再生可能周波数」は、スピーカが良好な音質で再生できる周波数であり、その限界は、スピーカの出力が小さくなる方の周波数のうち、低い周波数である「

スピーカの再生限界周波数」によって特定される。

以上の回路により、バイカット型フィルタにスイッチトキャパシタ等価回路を使用しているので小型化が可能であり、スイッチトキャパシタ等価回路を含んだバイカット型フィルタで帯域通過特性の信号と低域通過特性の信号を抽出しているので、スイッチトキャパシタ等価回路でのサンプリングによる歪の影響を受けず、さらに遮断すべき周波数をスピーカの再生可能周波数近傍として設定しているので、再生された音声に対する歪の影響を抑圧できる。

[0008] 第1抽出部におけるフィルタは、バイカット型フィルタであってもよい、第1抽出部のバイカット型フィルタは、入力した信号を通過させる第1のスイッチトキャパシタ等価回路と、第1のスイッチトキャパシタ等価回路を通過した信号から帯域通過特性の信号を抽出する第1のオペアンプと、抽出した帯域通過特性の信号を通過させる第2のスイッチトキャパシタ等価回路と、第2のスイッチトキャパシタ等価回路を通過した信号から低域通過特性の信号を抽出する第2のオペアンプと、抽出した低域通過特性の信号を通過させ、かつ通過した信号を第1のオペアンプに帰還させる第3のスイッチトキャパシタ等価回路とを備え、第3のスイッチトキャパシタ等価回路は、第1のスイッチトキャパシタ等価回路と第2のスイッチトキャパシタ等価回路が通過した信号の位相を反転させる場合に、通過した信号の位相を反転させないように構成されており、第1のスイッチトキャパシタ等価回路と第2のスイッチトキャパシタ等価回路が通過した信号の位相を反転させない場合に、通過した信号の位相を反転させるように構成されてもよい。

[0009] 第1抽出部でのサンプリング周波数の基準となるべきスピーカの再生可能周波数は、スピーカのエンクロージャ容積に応じて決定され、バイカット型フィルタは、スピーカのエンクロージャ容積が小さくなれば、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を遮断すべき周波数を高くするように設定されてもよい。

[0010] 本発明の別の態様も、フィルタ回路である。この回路は、処理対象の信号を入力する入力部と、入力した信号を1次不完全積分器に通過させて、入力した信号のうちの低域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、入力した信号から、抽出した低域通過特性の信号の成分を減衰させて、入力した信号のうちの高域通過特性の信号を

抽出する第2抽出部とを備える。この回路において、第1抽出部は、1次不完全積分器に含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、1次不完全積分器は、スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき低域通過特性の信号を抽出するようく設定されており、第2抽出部は、低域通過特性の信号にもとづいて、スピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出してもよい。

- [0011] 以上の回路により、1次不完全積分器にスイッチトキャパシタ等価回路を使用しているので小型化が可能であり、スイッチトキャパシタ等価回路を含んだ1次不完全積分器で低域通過特性の信号を抽出しているので、スイッチトキャパシタ等価回路でのサンプリングによる歪の影響を受けず、さらに遮断すべき周波数をスピーカの再生可能周波数近傍として設定しているので、再生された音声に対する歪の影響を抑圧できる。
- [0012] 第1抽出部が遮断すべきスピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御する制御部をさらに備えてもよい。ユーザから、第1抽出部が遮断すべきスピーカの再生可能周波数近傍の周波数に関する指示を受けつける受付部と、受けつけた指示をデジタルデータワードに変換する変換部とをさらに備え、制御部は、変換したデジタルデータワードにもとづいて、第1抽出部が遮断すべきスピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御してもよい。
- [0013] 本発明のさらに別の態様も、フィルタ回路である。この回路は、ひとつ以上の1次高域通過フィルタとひとつ以上の2次高域通過フィルタを備える。この回路において、2次高域通過フィルタは、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出し、抽出した低域通過特性の信号の成分と抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、高域通過特性の信号を抽出しており、かつ2次高域通過フィルタは、所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成された抵抗を含んでおり、1次高域通過フィルタは、1次不完全積分器によって、低域通過特性の信号を抽出し、抽出した低域通過特性の信号の成分を減衰させて、高域通過特性の信号を抽出しており、かつ1次高域通過フィルタは、1次不完全積分器に含まれ

た抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成され、ひとつ以上の1次高域通過フィルタとひとつ以上の2次高域通過フィルタに設定されるべきサンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、ひとつ以上の1次高域通過フィルタとひとつ以上の2次高域通過フィルタは、直列に接続されて、スピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出してもよい。2次高域通過フィルタは、バイカット型フィルタを含んでもよい。

[0014] 本発明のさらに別の態様は、再生装置である。この装置は、処理対象の信号を入力する入力部と、入力した信号から、後段のスピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出する高域抽出部と、抽出した高域通過特性の信号を増幅する増幅部と、増幅した信号を音声信号として再生するスピーカとを備える。この装置において、高域抽出部は、入力した信号をフィルタに通過させて、入力した信号のうちの低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、入力した信号から、抽出した低域通過特性の信号の成分と抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、入力した信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する第2抽出部とを備え、第1抽出部は、フィルタに含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、スピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、フィルタは、スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出するように設定されており、第2抽出部は、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号にもとづいて、スピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出してもよい。

[0015] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を方法、装置、システムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、エンクロージャ容量の小さいスピーカで再生できない周波数帯の信号を遮断できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施例1に係る音声出力装置の構成を示す図である。

[図2]図1の等化回路の周波数特性を示す図である。

[図3]図1の等化回路の構成を示す図である。

[図4]図1の前段低域通過フィルタと後段低域通過フィルタでの位相シフトに対する周波数特性である。

[図5]図5(a)～(c)は、等化回路の周波数特性を示す図である。

[図6]本発明の実施例2に係る第1高域抽出部の構成を示す図である。

[図7]図7(a)～(b)は、図6のP10からP16での周波数特性を示す図である。

[図8]單一コーン全帯域スピーカの周波数特性を示す図である。

[図9]本発明の実施例3に係る第1高域抽出部の構成を示す図である。

[図10]図9の1次高域通過フィルタの構成を示す図である。

[図11]本発明の実施例4に係る音声出力装置の構成を示す図である。

符号の説明

[0018] 10 再生回路、 12 等化回路、 14 増幅部、 16 スピーカ、 20 低周波成分除去部、 22 高域抽出部、 24 低域抽出部、 26 増幅部、 28 合成部、 30 バッファ、 32 バッファ、 34 バッファ、 40 前段低域通過フィルタ、 42 合成部、 44 高域通過フィルタ、 46 後段低域通過フィルタ、 50 制御部、 60 1次高域通過フィルタ、 62 2次高域通過フィルタ、 66 アンプ、 68 アンプ、 70 アンプ、 72 第1スピーカ、 74 第2スピーカ、 100 音声出力装置、 110 音声出力装置、 A1～A5 オペアンプ、 C1～C10 コンデンサ、 S1～S6 スイッチ、 R1～R8 抵抗、 F1～F2 フィルタ。

発明を実施するための最良の形態

[0019] (実施例1)

本発明を具体的に説明する前に、概要を述べる。本発明の実施例1は、薄型のテレビジョン受像機で音声を再生する音声再生装置に関する。なお、薄型のテレビジョン受像装置の形状の制約上、音声再生装置に含まれたスピーカのエンクロージャは小さいものとし、その結果、再生限界周波数は高くなる。本実施例に係る音声再生装置は、低音の音質の向上を目的とするため、再生限界周波数よりも低い周波数の信

号もある程度の音圧で出力する必要があるが、その反面、低音領域のうちの低周波数領域に含まれた低音歪の音圧は抑圧される方が望ましい。以上の課題を解決するために、音声再生装置は、等化回路を含む。等化回路は前述の技術的課題を解決すると共に、ボーカル帯域への影響およびディップを低減することを目的として、以下の通り動作する。ステレオ出力に対応した複数の信号を入力し、入力した複数の信号の低音領域を除去する。これによって、低音歪を防止する。低音歪を除去した複数の信号は、高域抽出部と低域抽出部に両方とも入力される。

[0020] 高域抽出部では、再生限界周波数以上の成分の信号を抽出する。すなわち、等化回路で補正する必要のない信号を抽出する。一方、低域抽出部は、等化回路で増幅すべき低音領域の信号を抽出する。その際、高周波数側のボーカル帯域に影響を与えないような遮断周波数と減衰傾度に設定された急峻な特性のフィルタを使用する。さらに、ディップの低減、すなわち高域抽出部からの出力信号との位相差を小さくするために、必要とされる減衰傾度に対応したフィルタ次数のフィルタを使用せずに、それより低いフィルタ次数のふたつのフィルタ(以下、「第1低域通過フィルタ」と「第2低域通過フィルタ」という)を使用する(以下、これらのフィルタ次数を「第1フィルタ次数」と「第2フィルタ次数」とし、ここで、第1フィルタ次数は第2フィルタ次数より小さいものとする)。さらに、第1低域通過フィルタには、低域抽出部での遮断周波数より低い遮断周波数を設定し、第2低域通過フィルタには、低域抽出部での遮断周波数より高い遮断周波数を設定する。

[0021] このような構成において、低域抽出部では、入力した信号に対して、第1低域通過フィルタを通過させてから、第2低域通過フィルタを通過させる。なお、低域抽出部では、回路規模の削減を目的として、入力した信号を合成して前述の処理を行う。低域抽出部の出力信号は増幅された後に、高域抽出部の複数の出力信号に合成されて、スピーカから出力される。

[0022] 図1は、実施例1に係る音声出力装置100の構成を示す。音声出力装置100は、再生回路10、等化回路12、増幅部14、スピーカ16を含む。なお、音声出力装置100は、それ自体単独で音楽を再生可能なコンパクトディスクプレーヤなどの音楽再生装置であってもよく、テレビジョン受像装置に含まれて音声を再生してもよい。

[0023] 再生回路10は、所定のデータとともに、音声を再生する。例えば、テレビジョン受像装置では、受信したデータに含まれた音声データを抽出し、当該音声データを電気信号として出力する。また、コンパクトディスクプレーヤでは、コンパクトディスクに記録された音楽データをピックアップし、当該音楽データを電気信号として出力する。図中で出力される信号は、ひとつの信号線を伝送するように示されているが、これに限らず、ステレオ再生するために右側の音声と左側の音声を別にしたふたつの信号であってもよい。

[0024] スピーカ16は、ユーザが聴き取れるように音声を最終的に出力する。ここでは、説明の簡略化のため、スピーカ16の再生限界周波数を100Hzとする。一般的に、スピーカ16は、再生限界周波数より大きい周波数の信号をある程度の音圧によって出力可能であるが、一方、再生限界周波数以下の周波数(以下、「低音領域」という)の信号を出力する際の音圧は、周波数の低下と共に急激に低下する。なお、スピーカ16の前段には、信号を増幅するための增幅部14が設けられている。また図中では、ひとつのスピーカ16を示しているが、ここでは、ステレオ再生に対応したふたつのスピーカ16と低音再生に対応したひとつのスピーカ16の組合せによって、構成されているものとする。

[0025] 等化回路12は、音声出力装置100での低音再生能力を向上させるために、スピーカ16で再生されるべき低音領域の信号の音圧を高くする。そのために、等化回路12は、予め低音領域の信号を増幅する。すなわち、スピーカ16の周波数特性と逆の周波数特性を信号に与える。しかしながら、10Hz程度で出現する低音歪を低減するために、低音歪が出現すべき周波数(以下、「超低音領域」という)の成分の信号は、増幅しない。なお、低音領域で増幅すべき周波数帯域幅を「低音再生帯域」という。ここで、低音の音質を高めるためには、低音再生帯域が広いほどよい。また、等化回路12は、低音領域の信号を増幅するが、ボーカル帯域の信号へ与える影響を低減するように動作する。

[0026] 図2は、等化回路12の周波数特性を示す。図中の実線が、等化回路12による周波数特性である。一方、図中の点線は、後述する等化回路12の構成を持たない等化器による周波数特性である。ここで、「P1」は、「再生限界周波数」であり、「R1」は、「

ボーカル帯域」であり、「R2」は、「低音領域」であり、「R3」は、「超低音領域」であり、「R4」と「R5」は、「低音再生帯域」である。なお、図2に示された等化回路12の特性は、等化回路12の構成を説明した後に述べる。

[0027] 図3は、等化回路12の構成を示す。等化回路12は、低周波成分除去部20と総称される第1低周波成分除去部20a、第2低周波成分除去部20b、高域抽出部22と総称される第1高域抽出部22a、第2高域抽出部22b、低域抽出部24、增幅部26、合成部28と総称される第1合成部28a、第2合成部28b、バッファ30、バッファ32、バッファ34、制御部50を含む。また、低域抽出部24は、前段低域通過フィルタ40と総称される第1前段低域通過フィルタ40a、第2前段低域通過フィルタ40b、合成部42、高域通過フィルタ44、後段低域通過フィルタ46を含む。ここで、等化回路12には、ステレオ再生するために再生回路10から右側の音声信号と左側の音声信号が入力されるものとする。

[0028] 低周波成分除去部20は、低音歪を低減するために、入力した音声信号から超低音領域を減衰させた信号を出力する。ここでは、スピーカ16で再生すべき最低の周波数を遮断周波数に設定した1次の高域通過フィルタを使用する。

[0029] 高域抽出部22は、低周波成分除去部20から出力された信号から、再生限界周波数以上の周波数成分の信号を抽出する。すなわち、スピーカ16で問題なく再生できる周波数領域の信号として、基本的に処理対象としない信号を抽出する。ここでは、再生限界周波数を遮断周波数に設定した2次の高域通過フィルタを使用する。

[0030] 前段低域通過フィルタ40と後段低域通過フィルタ46は、低周波成分除去部20から出力された信号から、高域抽出部22で抽出した信号以外の成分を抽出する。当該信号が、スピーカ16での低音再生能力を向上させるために、増幅される。なお、前段低域通過フィルタ40と後段低域通過フィルタ46を含んだ低域抽出部24としての遮断周波数(以下、「分離用遮断周波数」という)は、再生限界周波数とボーカル帯域にもとづいて特定されるべきであり、最終的に等化回路12から出力される信号の周波数特性が図2の実線になるように、決定される。ここでは、実験結果等によって、予め適当な分離用遮断周波数が設定されているものとする。また、分離用遮断周波数とあわせて、低域抽出部24の減衰傾度は、低域抽出部24から出力された信号が、

高域抽出部22から出力された信号に影響を及ぼさないように特定されるべきであり、ここでは、当該減衰傾度およびそれに対応した低域透過フィルタのフィルタ次数(以下、「最終フィルタ次数」という)は、予め実験結果等によって設定されているものとする。

[0031] 前段低域通過フィルタ40の遮断周波数は、分離用遮断周波数より低い遮断周波数に設定し、後段低域通過フィルタ46の遮断周波数は、分離用遮断周波数より高い遮断周波数に設定する。ここでは、分離用遮断周波数を「再生限界周波数より高い周波数」に設定しているため、前段低域通過フィルタ40の遮断周波数を「再生限界周波数」に設定する。一方、前段低域通過フィルタ40のフィルタ次数は、最終フィルタ次数より小さい第1フィルタ次数に設定し、後段低域通過フィルタ46のフィルタ次数は、最終フィルタ次数より小さい第2フィルタ次数に設定する。また、第1フィルタ次数は、第2フィルタ次数より小さく、かつ第1フィルタ次数と第2フィルタ次数の和が最終フィルタ次数になるように設定される。ここでは、必要とされる最終フィルタ次数の「5次」を満たすために、第1フィルタ次数を「2」に、第2フィルタ次数を「3」に設定する。なお、低周波成分除去部20の遮断周波数を低く、低域抽出部24の分離用遮断周波数を高く設定すれば、低音再生帯域を広くできる。

[0032] 低周波成分除去部20から出力された信号は、前段低域通過フィルタ40、後段低域通過フィルタ46の順に通過する。なお、合成部42は、前段低域通過フィルタ40の出力を合成する。これは低音は音像定位が中央にくるため、加算した状態で信号処理を行っても問題ないからである。高域通過フィルタ44は、合成部42で合成した信号に直流成分が含まれる場合があり、当該直流成分を除去する。ここでは、低周波成分除去部20と同様に、スピーカ16で再生すべき最低の周波数を遮断周波数に設定した1次の高域通過フィルタを使用する。

[0033] 増幅部26は、低域抽出部24から出力された信号を増幅する。合成部28は、高域抽出部22から出力された信号と、増幅部26から出力された信号を合成する。バッファ30は、第1合成部28aで合成された信号をバッファリングし、バッファ32は、増幅部26で増幅された信号をバッファリングし、バッファ34は、第2合成部28bで合成された信号をバッファリングする。最終的に、左側の出力としてバッファ30から、右側の出

力としてバッファ34から、低音の出力としてバッファ32から信号が出力される。

[0034] 制御部50は、図示しない入力インターフェースを介して、ユーザから高域抽出部22、前段低域通過フィルタ40、高域通過フィルタ44、後段低域通過フィルタ46の遮断周波数、Q値、ゲインなどの高域抽出部22や低域抽出部24で抽出されるべき信号の特性に関する指示を受けつける。さらに、制御部50は、当該指示を所定のデジタルデータワードに変換してから、当該デジタルデータワードにもとづいて高域抽出部22、前段低域通過フィルタ40、高域通過フィルタ44、後段低域通過フィルタ46の設定を電子的に制御する。

[0035] 図4は、前段低域通過フィルタ40と後段低域通過フィルタ46での位相シフトに対する周波数特性である。ここでは、説明を容易にするために、前段低域通過フィルタ40に対応したフィルタの次数を「1次」、後段低域通過フィルタ46に対応したフィルタの次数を「2次」とした場合の位相特性を実線で示す。一方、高次のフィルタを「3次」とした場合の位相特性を点線で示す。また、図中の周波数「 f_0 」は、3次のフィルタの遮断周波数であり、周波数「 f_1 」は、前段低域通過フィルタ40に対応した1次のフィルタの遮断周波数であり、周波数「 f_2 」は、後段低域通過フィルタ46に対応した2次のフィルタの遮断周波数である。図示のごとく、遮断周波数の異なるフィルタ次数の低いフィルタを組み合わせることによって、位相シフトを小さくできる。さらに、フィルタの組み合わせにおいて、フィルタ次数の低い方のフィルタの遮断周波数をより低くすれば、低い周波数での位相シフトがさらに小さくできる。一方、高い周波数での位相シフトは大きくなるが、図2に示したようにボーカル帯域にわたる高い周波数では、低域抽出部24からの出力ゲインが小さくなるため、そのような位相シフトの影響は小さい。

[0036] 図5(a)–(c)は、等化回路12の周波数特性を示す。図5(a)は、図3の「P10」での周波数特性、すなわち高域抽出部22の出力信号の周波数特性を示す。また、図5(b)は、図3の「P11」での周波数特性、すなわち増幅部26の出力信号の周波数特性を示す。図5(c)は、図3の「P12」での周波数特性、すなわちバッファ30の出力信号の周波数特性を示す。図示のごとく、図5(c)は、図5(a)と図5(b)を合成した形で得られている。その結果、図5(b)のように超低音領域のゲインが小さく、低音再生帯域が広くなる。また、図5(a)と図5(c)の比較より明らかのように、ボーカル帯域への影

響が少なく、ディップも小さい。さらに、図5(c)と同一の周波数特性が、図2に実線で示されている。点線の周波数特性と比較して、超低音領域のゲインが小さく、低音再生帯域が広く、ボーカル帯域への影響も小さく、ディップも小さくなっている。

[0037] 本発明の実施例によれば、増幅対象の信号を分離するための低域通過フィルタをフィルタ次数の低い複数のフィルタを組合せて構成するため、増幅対象とならない信号からの位相差が小さくなり、ディップが小さくなる。また、超低音領域を除去するための高域通過フィルタと増幅対象の信号を分離するための低域通過フィルタによって構成するため、低音再生帯域を広くできる。また、増幅対象の信号を分離するための低域通過フィルタを減衰傾度の大きいフィルタで構成するため、ボーカル帯域への影響を小さくできる。また、低音領域に関する処理は、合成した信号に対して行うため、回路規模を削減可能である。

[0038] (実施例2)

本発明の実施例2は、実施例1の等化回路で使用される高域通過フィルタに関する。実施例1でも説明したようにスピーカのエンクロージャが小さくなれば、再生限界周波数が高くなる。その結果、再生限界周波数よりも低い周波数の信号は低音の歪となって、スピーカから再生される音声の音質を低下させる。そこで本実施例は、スピーカの再生限界周波数よりも低い周波数の信号を遮断する高域通過フィルタに関する。

[0039] さらに、エンクロージャ容量の小さいスピーカでは、一般的にスピーカに付随されるプリアンプ等の再生装置の小型化、すなわち高域通過フィルタの小型化、IC化が要求される。IC化に適したフィルタのひとつがスイッチトキャパシタ等価回路を使用したフィルタである。しかしながら、スイッチトキャパシタ等価回路のサンプリング周波数と比較してある程度高い周波数の信号には、サンプリング周波数の影響によって歪が生じるので、スイッチトキャパシタ等価回路をそのまま高域通過フィルタとして使用すると出力された信号に歪が生じる。

[0040] そこで本実施例は、スイッチトキャパシタ等価回路をバイカット型フィルタの抵抗として組み込み、バイカット型フィルタによって入力した信号から低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出し、さらに抽出したこれらの信号を入力した信号から減じ

て入力した信号の高域通過特性の信号を抽出する。スイッチトキャパシタ等価回路から出力される信号は、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号に対応するので、サンプリング周波数よりもある程度周波数が低く、サンプリングによる信号の歪を抑圧できる。

[0041] 図6は、本発明の実施例2に係る第1高域抽出部22aの構成を示す。第1高域抽出部22aは、フィルタF1、オペアンプA1からオペアンプA3、コンデンサC1からコンデンサC7、スイッチS1からスイッチS4、抵抗R1から抵抗R4を含む。

[0042] ここでは、第1高域抽出部22aの処理内容を以下に示す式にもとづいて説明する。2次の高域通過フィルタの伝達関数は、入力信号をVin、出力信号をVoutとすれば、次のように示される。

[数1]

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{s^2}{s^2 + as + b}$$

ここで、aとbは所定の定数である。これを変形すれば、次のように示される。

[数2]

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{s^2 + as + b}{s^2 + as + b} - \frac{as}{s^2 + as + b} - \frac{b}{s^2 + as + b}$$

[0043] すなわち、2次の高域通過フィルタの伝達関数は、第1項目の入力信号、第2項目の帯域通過フィルタの出力信号、すなわち帯域通過特性の信号、第3項目の低域通過フィルタの出力信号、すなわち低域通過特性の信号によって表され、帯域通過特性の信号と低域通過特性の信号を入力信号から減じることによって、高域通過特性の信号が得られる。第1高域抽出部22aは、このような処理を行っており、それらの対応を図7(a)–(b)に基づいて説明する。図7(a)–(b)は、図6のP10からP16での周波数特性を示す。図7(a)は、図6のP10における信号であり、入力信号そのままの周波数特性である。ここでは説明の簡略化のために、入力信号は所定の周波数の範囲においてゲインが一定であるとして示したが、例えば所定の周波数でゲインが増大していたり、減少しているような特性であってもよい。

[0044] 図7(b)は、図6のP12における信号を反転させた信号の周波数特性である。図示のごとく、図7(b)は帯域通過特性の信号であるため、図6のP12における信号は、帯域通過特性の信号を反転させた信号といえる。図7(c)は、図6のP14における信号であり、低域通過特性の信号の周波数特性である。これらの信号のうち、オペアンプA3の非反転入力端子の前段でP10の信号とP12の信号が合成され、合成された信号がオペアンプA3の非反転入力端子に入力され、オペアンプA3の反転入力端子にP14の信号が入力される。その結果、オペアンプA3からの出力信号、すなわちP16の信号は、入力信号から、帯域通過特性の信号と低域通過特性の信号を減じた信号が得られる。図7(d)にP16における信号の周波数特性を示す。図示のごとく、図7(d)は、高域通過特性の信号の周波数特性を示す。なお、図7(b)から図7(d)において、前述の再生限界周波数をP1として示した。第1高域抽出部22aの遮断周波数とP1の関係を図示のように設定した理由については、後述する。

[0045] 図6に戻る。図6のスイッチS1からスイッチS4は、四角で囲んだ「1」と「2」が交互に選択される。すなわち、タイミングの誤差を無視すると、あるタイミングでスイッチS1からスイッチS4の「1」がオンになり、「2」がオフになる。別のタイミングでは、スイッチS1からスイッチS4の「2」がオンになり、「1」がオフになる。コンデンサC1、コンデンサC5、コンデンサC4を挟んだふたつの「1」と「2」の組合せ、すなわち、スイッチS1とスイッチS2の組合せ、スイッチS4とスイッチS2の組合せ、スイッチS3はそれぞれコンデンサを含んでスイッチトキャパシタ等価回路を構成する。スイッチS1とコンデンサC1とスイッチS2の組合せで構成されるスイッチトキャパシタ等価回路の場合、スイッチS1とスイッチS2の「1」と「2」を切り替えるためのサンプリング周期をTとすると、スイッチトキャパシタ等価回路による等価な抵抗 R_{eff} は、次のように示される。

[数3]

$$R_{eff} = \frac{T}{C_1}$$

[0046] 他のスイッチトキャパシタ等価回路でも同様な関係が成り立ち、それぞれが抵抗として動作する。スイッチS1とコンデンサC1とスイッチS2の組合せは、抵抗として動作すると共に、入力した信号の位相を反転する。オペアンプA1、コンデンサC2、コンデン

サC3は帯域通過フィルタを構成し、P12における出力信号は、前述のごとく帯域通過特性の信号を反転させた信号となる。スイッチS3は、抵抗として動作すると共に、オペアンプA1から出力された信号を反転させる。オペアンプA2とコンデンサC6は、低域通過フィルタを構成し、P14における出力信号は、前述のごとく低域通過特性の信号となる。さらに、低域通過特性の信号は、スイッチS4とコンデンサC4を介して、オペアンプA1に帰還される。

[0047] 以上の構成より、図中のフィルタF1は、バイカット型フィルタを構成して、帯域通過特性の信号を反転させた信号と低域通過特性の信号を出力するように動作する。ここで、サンプリング周期Tの逆数のサンプリング周波数は、図示しないスピーカ16の再生限界周波数P1よりも高い周波数に設定されている。一般的に、サンプリング周波数よりある程度低い周波数の信号でなければ、出力された信号にサンプリングによる歪が生じるためである。さらにフィルタF1の各構成要素は、再生限界周波数P1近傍の周波数で遮断されるべき帯域通過特性の信号を反転させた信号と低域通過特性の信号を抽出するように設定されているものとする。

[0048] スイッチS1とスイッチS2の組合せとスイッチS3においては、「1」と「2」の組合せが互いに同一であるが、これらと比較して、スイッチS2とスイッチS4の組合せでの「1」と「2」の組合せが反対になっている。すなわち、スイッチS1とスイッチS2の組合せとスイッチS3では、信号の位相を反転しているのに対し、スイッチS2とスイッチS4の組合せでは、信号の位相を反転していない。このような構成によって、通常のバイカット型フィルタでは、入力信号から帯域通過特性の信号と低域通過特性の信号を抽出するために3個のオペアンプを必要とするが、ここでは2個のオペアンプで構成されている。なお、スイッチS1とスイッチS2の組合せとスイッチS3が、信号の位相を反転せずに、スイッチS2とスイッチS4の組合せが、信号の位相を反転してもよい。

[0049] オペアンプA3と抵抗R1から抵抗R4とコンデンサC7は、前述のごとく、入力信号から、低域通過特性の信号の成分と帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、入力信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する。低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号は再生限界周波数P1近傍の周波数で遮断されているので、高域通過特性の信号は、再生限界周波数P1以上の信号となる。

[0050] なお、図3と同様に、第1高域抽出部22aの内部あるいは外部に制御部50を備えてもよい。制御部50は、図示しない入力インターフェースを介して、ユーザから第1高域抽出部22aによって遮断すべき再生限界周波数近傍の周波数やサンプリング周波数に関する指示を受けつける。さらに、当該指示を所定のデジタルデータワードに変換してから、当該デジタルデータワードにもとづいて第1高域抽出部22aの設定を電子的に制御する。

[0051] ここで、第1高域抽出部22aが遮断すべき周波数は、例えば100Hz近傍に決定される。これはスピーカ16の再生限界周波数を考慮して設定されているが、スピーカ16の再生限界周波数について、スピーカ特性の一例にもとづいて説明する。図8は、單一コーン全帯域スピーカの周波数特性を示す。図8は、横軸が周波数を示し、縦軸がレスポンスを示しているが、図示のごとく周波数が100Hzより小さくなると、レスポンスが急激に低下している。なお、レスポンスとは、基準軸上1mの点における音圧レベルを周波数に対応して連続した曲線となるように測定した値である。また、上記の場合に100Hzより低い周波数帯域において、スピーカ16の機械系の歪が増大する。そのため、本実施例では、このような周波数帯域を高域通過フィルタで遮断する。

[0052] スピーカ16の再生限界周波数f0は、スピーカ16のエンクロージャ容積V、スピーカ16の実行振動半径a、振動系の等価質量mo、所定の定数 α によって以下のように決定される。

[数4]

$$f_0^2 = \frac{355 \times a^4}{\alpha \times V \times m_0}$$

すなわち、再生限界周波数f0は、スピーカ16の実行振動半径aが大きくなる場合、スピーカ16のエンクロージャ容積Vが小さくなる場合、振動系の等価質量moが小さくなる場合に大きくなる。また、再生限界周波数f0が大きくなれば、第1高域抽出部22aが遮断すべき周波数も大きくなる。

[0053] 本発明の実施例によれば、スピーカで再生すべき信号のうち、スピーカが再生できない周波数帯の部分を予め高域通過フィルタで遮断しておくので、スピーカで生じる可能性のある歪を低減できる。また、スイッチトキャパシタ等価回路を使用するので、

フィルタの小型が容易であり、さらにスイッチトキャパシタ等価回路をバイカッド型フィルタの低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号の抽出に使用するので、サンプリングにもとづく高域通過特性の信号での歪を低減できる。また、スピーカで再生する音声の音質を向上できる。

[0054] (実施例3)

本発明の実施例3は、実施例2と同様に高域通過フィルタに関する。実施例2では、2次の高域通過フィルタを説明した。ここでは、1次の高域通過フィルタ、さらに1次の高域通過フィルタと2次の高域通過フィルタを任意に組み合わせた所定の高次の高域通過フィルタに関する。

[0055] 図9は、本発明の実施例3に係る第1高域抽出部22aの構成を示す。第1高域抽出部22aは、1次高域通過フィルタ60、2次高域通過フィルタ62を含む。2次高域通過フィルタ62は、実施例2の第1高域抽出部22aと同等の構成を有しているので、ここでは説明を省略する。

1次高域通過フィルタ60は、2次高域通過フィルタ62と同様に高域通過フィルタであるが、フィルタの次数が1次になっている。その結果、第1高域抽出部22aは、3次の高域通過フィルタになっている。このように、2次の高域通過フィルタと1次の高域通過フィルタを任意の個数直列に接続して、任意の次数の高域通過フィルタを実現可能である。

[0056] 図10は、1次高域通過フィルタ60の構成を示す。1次高域通過フィルタ60は、フィルタF2、オペアンプA4、オペアンプA5、コンデンサC8からコンデンサC10、スイッチS5、スイッチS6、抵抗R5から抵抗R8を含む。

[0057] フィルタF2は、スイッチS5、スイッチS6、コンデンサC10、オペアンプA4で構成された1次不完全積分器であり、低域通過フィルタとして動作する。すなわち、フィルタF2は、入力した信号の低域通過特性の信号を反転させた信号を出力する。ここで、フィルタF2は、1次不完全積分器に含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチS5、スイッチS6によって構成されている。また、サンプリング周波数は、図示しないスピーカ16の再生限界周波数よりも高い周波数に設定されている。さらに、フィルタF2が抽出する低域通過特性の信号を反転させた信号は、スピーカ16

の再生限界周波数近傍の周波数で遮断されている。

[0058] オペアンプA5、抵抗R5から抵抗R8は、入力した信号から低域通過特性の信号の成分を減じた信号、すなわち入力した信号の高域通過特性の信号を抽出する。最終的に、1次高域通過フィルタ60は、スピーカ16の再生限界周波数以上の高域通過特性の信号を抽出する。

[0059] 本発明の実施例によれば、スイッチトキャパシタ等価回路を使用するので、フィルタの小型が容易であり、さらにスイッチトキャパシタ等価回路を1次不完全積分器の低域通過特性の信号の抽出に使用するので、サンプリングにもとづく高域通過特性の信号での歪を低減できる。さらに、1次のフィルタと2次のフィルタを任意に組み合わせることによって、所定の次数のフィルタを実現可能である。

[0060] (実施例4)

本発明の実施例4は、実施例2と3で説明した高域通過フィルタを適用したデバイディングネットワーク回路に関する。デバイディングネットワーク回路は、スピーカで再生すべき信号を複数の周波数帯域に分割し、複数の周波数帯域に対応させた専用のスピーカを複数備える。スピーカで再生すべき信号は、フィルタによってそれぞれの周波数帯域の信号に変換されるが、その際の高域通過フィルタに実施例2と3で説明した高域通過フィルタを使用する。

[0061] 図11は、本発明の実施例4に係る音声出力装置110の構成を示す。音声出力装置100は、アンプ66、高域抽出部22、低域抽出部24、アンプ68、アンプ70、第1スピーカ72、第2スピーカ74を含む。

[0062] アンプ66は、再生すべき信号を増幅する。高域抽出部22は、増幅した信号のうちの高音部分の信号を抽出する。そのため、実施例2や3で説明したような高域通過フィルタによって、該当する信号を抽出する。その際、前述のごとく、高域抽出部22が遮断すべき周波数は、100Hz程度に設定されている。高域抽出部22で抽出された信号は、アンプ68で増幅され、第1スピーカ72で再生される。一方、低域抽出部24は、増幅した信号のうちの中低音部分の信号を抽出する。そのため、低域通過フィルタによって、該当する信号を抽出する。低域抽出部24で抽出された信号は、アンプ70で増幅され、第2スピーカ74で再生される。

[0063] 本発明の実施例によれば、高域通過フィルタを帯域分割駆動を行うデバイティングネットワーク回路にも適用可能である。

[0064] 以上、本発明を実施例をもとに説明した。実施例は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能のこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0065] 実施例1において、低域抽出部24は、高域通過フィルタ44と後段低域通過フィルタ46の順に配列して構成されている。しかしながら、これに限らず例えば、後段低域通過フィルタ46と高域通過フィルタ44の順に配列してもよいし、また、同様の特性を持ったバンドパスフィルタによって構成されてもよい。本変形例によれば、異なった回路構成で同様の特性が得られる。つまり、希望する特性が得られればよい。

[0066] 実施例1において、等化回路12は、複数の信号を入力して、複数の信号を出力する。しかしながら、これに限らず例えば、ひとつの信号を入力して、ひとつの信号を出力してもよい。この場合は、低周波成分除去部20、高域抽出部22、前段低域通過フィルタ40、合成部28はそれぞれひとつの構成要素を含めればよい。また、合成部42はなくてもよい。本変形例によれば、回路構成をさらに小さくできる。つまり、音声をステレオ再生するか、モノラル再生するかによって、それに適合した構成であればよい。

[0067] 実施例2において、フィルタF1は、バイカッド型フィルタであるとしている。しかしながらこれに限らず例えば、フィルタF1は、バイカッド型フィルタ以外のフィルタであってもよい。本変形例によれば、様々なフィルタを使用できる。つまり、フィルタF1は、帯域通過特性の信号を反転させた信号と低域通過特性の信号を出力すればよい。

[0068] 実施例1から実施例4を任意に組み合わせた実施例も有効である。本変形例によれば、実施例1から実施例4を任意に組み合わせた効果が得られる。

産業上の利用可能性

[0069] エンクロージャ容量の小さいスピーカで再生できない周波数帯の信号を遮断できる。

請求の範囲

[1] 処理対象の信号を入力する入力部と、
前記入力した信号をフィルタに通過させて、前記入力した信号のうちの低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、
前記入力した信号から、前記抽出した低域通過特性の信号の成分と前記抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、前記入力した信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する第2抽出部とを備え、
前記第1抽出部は、前記フィルタに含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、前記フィルタは、前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき前記低域通過特性の信号と前記帯域通過特性の信号を抽出するように設定されており、
前記第2抽出部は、前記低域通過特性の信号と前記帯域通過特性の信号にもとづいて、前記スピーカの再生可能周波数以上の前記高域通過特性の信号を抽出することを特徴とするフィルタ回路。

[2] 前記第1抽出部におけるフィルタは、バイカット型フィルタであることを特徴とする請求項1に記載のフィルタ回路。

[3] 前記第1抽出部の前記バイカット型フィルタは、
前記入力した信号を通過させる第1のスイッチトキャパシタ等価回路と、
前記第1のスイッチトキャパシタ等価回路を通過した信号から前記帯域通過特性の信号を抽出する第1のオペアンプと、
前記抽出した帯域通過特性の信号を通過させる第2のスイッチトキャパシタ等価回路と、
前記第2のスイッチトキャパシタ等価回路を通過した信号から前記低域通過特性の信号を抽出する第2のオペアンプと、
前記抽出した低域通過特性の信号を通過させ、かつ通過した信号を前記第1のオペアンプに帰還させる第3のスイッチトキャパシタ等価回路とを備え、

前記第3のスイッチトキャパシタ等価回路は、前記第1のスイッチトキャパシタ等価回路と前記第2のスイッチトキャパシタ等価回路が通過した信号の位相を反転させる場合に、通過した信号の位相を反転させないように構成されており、前記第1のスイッチトキャパシタ等価回路と前記第2のスイッチトキャパシタ等価回路が通過した信号の位相を反転させない場合に、通過した信号の位相を反転させるように構成されていることを特徴とする請求項2に記載のフィルタ回路。

- [4] 前記第1抽出部での前記サンプリング周波数の基準となるべき前記スピーカの再生可能周波数は、前記スピーカのエンクロージャ容積に応じて決定され、前記バイカット型フィルタは、前記スピーカのエンクロージャ容積が小さくなれば、前記低域通過特性の信号と前記帯域通過特性の信号を遮断すべき周波数を高くするように設定されることを特徴とする請求項1または2に記載のフィルタ回路。
- [5]
 - 処理対象の信号を入力する入力部と、
 - 前記入力した信号を1次不完全積分器に通過させて、前記入力した信号のうちの低域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、
 - 前記入力した信号から、前記抽出した低域通過特性の信号の成分を減衰させて、前記入力した信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する第2抽出部とを備え、
 - 前記第1抽出部は、前記1次不完全積分器に含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、前記1次不完全積分器は、前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき前記低域通過特性の信号を抽出するように設定されており、
 - 前記第2抽出部は、前記低域通過特性の信号にもとづいて、前記スピーカの再生可能周波数以上の前記高域通過特性の信号を抽出することを特徴とするフィルタ回路。
 - [6] 前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御する制御部をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のフィルタ回路。
 - [7] 前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御する制御部をさらに備えることを特徴とする請求項5に記載のフィルタ回路。

[8] ユーザから、前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数に関する指示を受けつける受付部と、
前記受けつけた指示をデジタルデータワードに変換する変換部とをさらに備え、
前記制御部は、前記変換したデジタルデータワードにもとづいて、前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御することを特徴とする請求項6に記載のフィルタ回路。

[9] ユーザから、前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数に関する指示を受けつける受付部と、
前記受けつけた指示をデジタルデータワードに変換する変換部とをさらに備え、
前記制御部は、前記変換したデジタルデータワードにもとづいて、前記第1抽出部が遮断すべき前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数を制御することを特徴とする請求項7に記載のフィルタ回路。

[10] ひとつ以上の1次高域通過フィルタとひとつ以上の2次高域通過フィルタを備え、
前記2次高域通過フィルタは、低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出し、前記抽出した低域通過特性の信号の成分と前記抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、高域通過特性の信号を抽出しており、かつ前記2次高域通過フィルタは、所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成された抵抗を含んでおり、
前記1次高域通過フィルタは、1次不完全積分器によって、低域通過特性の信号を抽出し、前記抽出した低域通過特性の信号の成分を減衰させて、高域通過特性の信号を抽出しており、かつ前記1次高域通過フィルタは、前記1次不完全積分器に含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成され、
前記ひとつ以上の1次高域通過フィルタと前記ひとつ以上の2次高域通過フィルタに設定されるべき前記サンプリング周波数は、後段に設けたスピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、前記ひとつ以上の1次高域通過フィルタと前記ひとつ以上の2次高域通過フィルタは、直列に接続されて、前記スピーカの再生可能周波数以上の前記高域通過特性の信号を抽出することを特徴とするフィルタ回

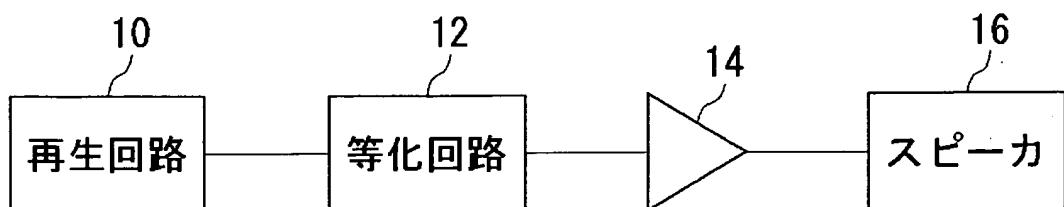
路。

[11] 前記2次高域通過フィルタは、バイカット型フィルタを含むことを特徴とする請求項10に記載のフィルタ回路。

[12] 処理対象の信号を入力する入力部と、
前記入力した信号から、後段のスピーカの再生可能周波数以上の高域通過特性の信号を抽出する高域抽出部と、
前記抽出した高域通過特性の信号を増幅する増幅部と、
前記増幅した信号を音声信号として再生するスピーカとを備え、
前記高域抽出部は、前記入力した信号をフィルタに通過させて、前記入力した信号のうちの低域通過特性の信号と帯域通過特性の信号を抽出する第1抽出部と、
前記入力した信号から、前記抽出した低域通過特性の信号の成分と前記抽出した帯域通過特性の信号の成分を減衰させて、前記入力した信号のうちの高域通過特性の信号を抽出する第2抽出部とを備え、
前記第1抽出部は、前記フィルタに含まれた抵抗を所定のサンプリング周波数で動作すべきスイッチトキャパシタ等価回路によって構成し、かつ当該サンプリング周波数は、前記スピーカの再生可能周波数よりも高い周波数に設定されており、前記フィルタは、前記スピーカの再生可能周波数近傍の周波数で遮断されるべき前記低域通過特性の信号と前記帯域通過特性の信号を抽出するように設定されており、
前記第2抽出部は、前記低域通過特性の信号と前記帯域通過特性の信号にもとづいて、前記スピーカの再生可能周波数以上の前記高域通過特性の信号を抽出することを特徴とする再生装置。

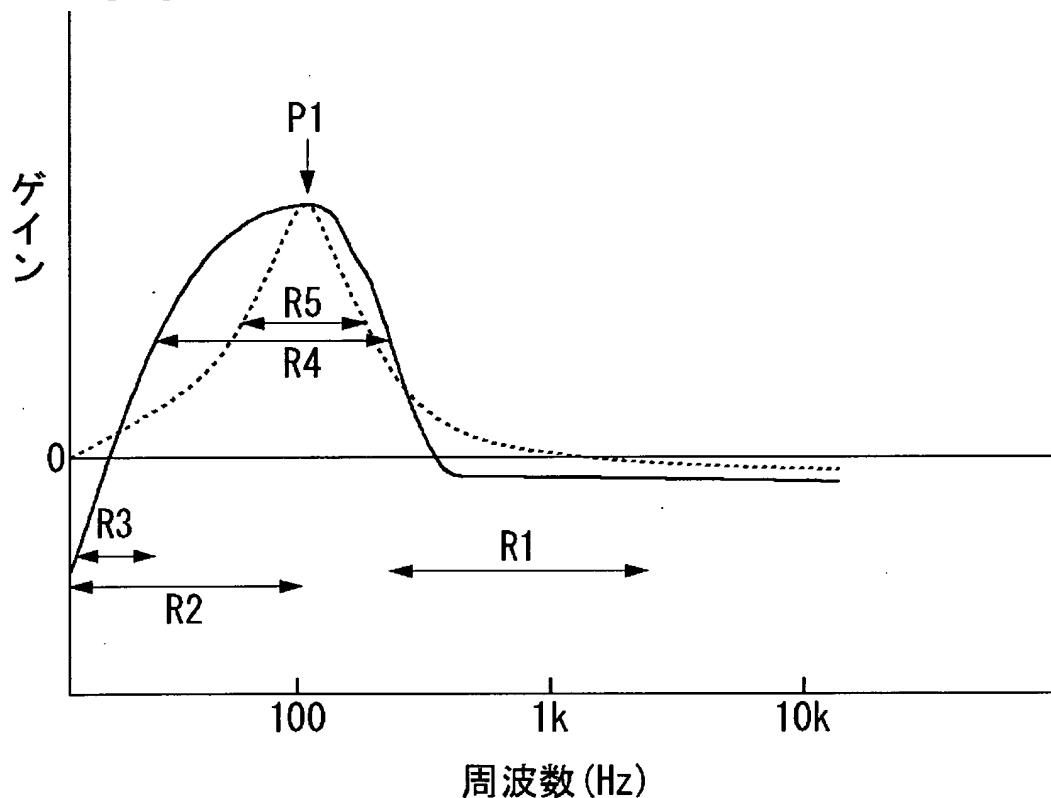
[13] 前記第1抽出部におけるフィルタは、バイカット型フィルタであることを特徴とする請求項12に記載の再生装置。

[図1]

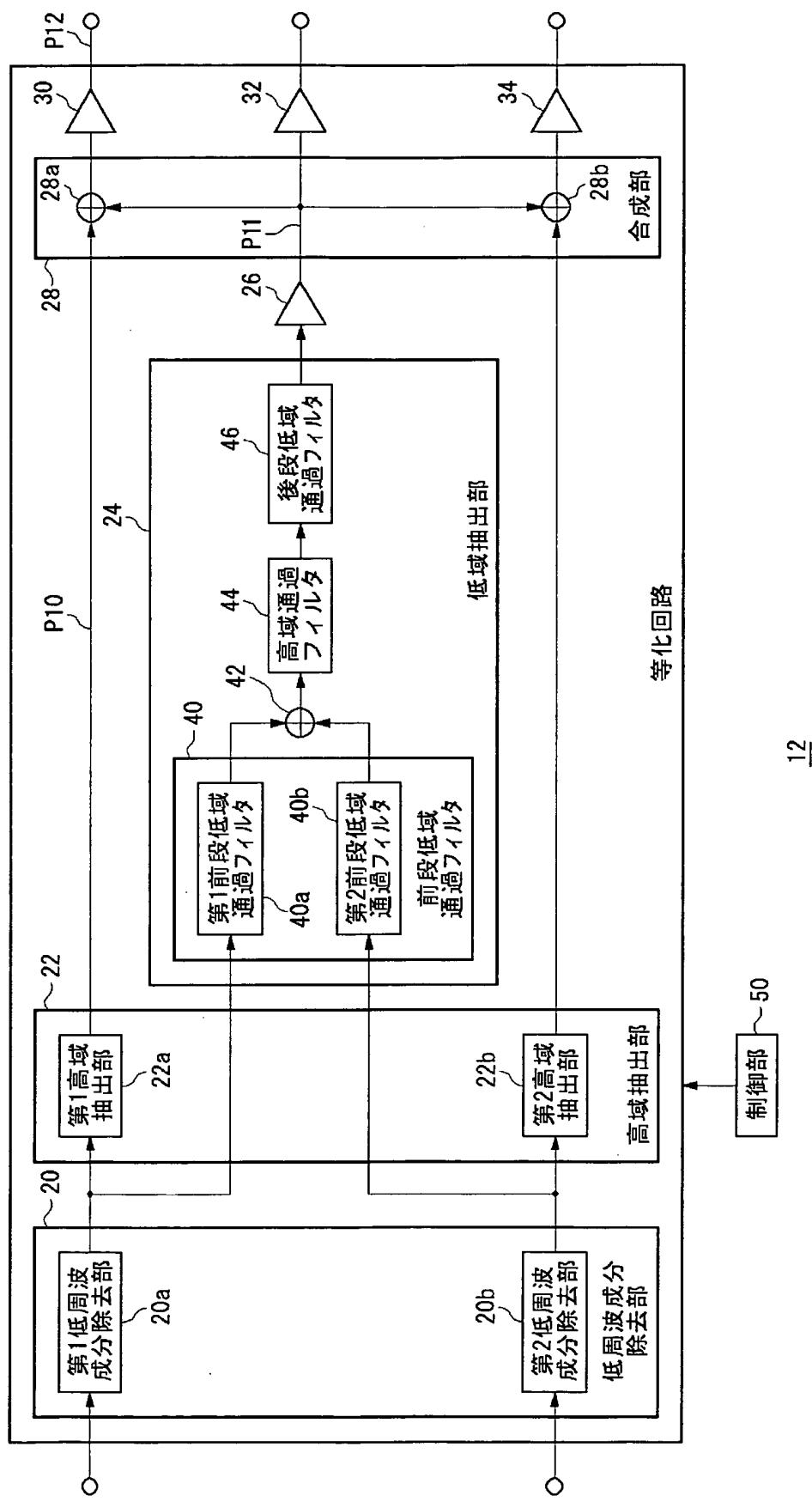


100

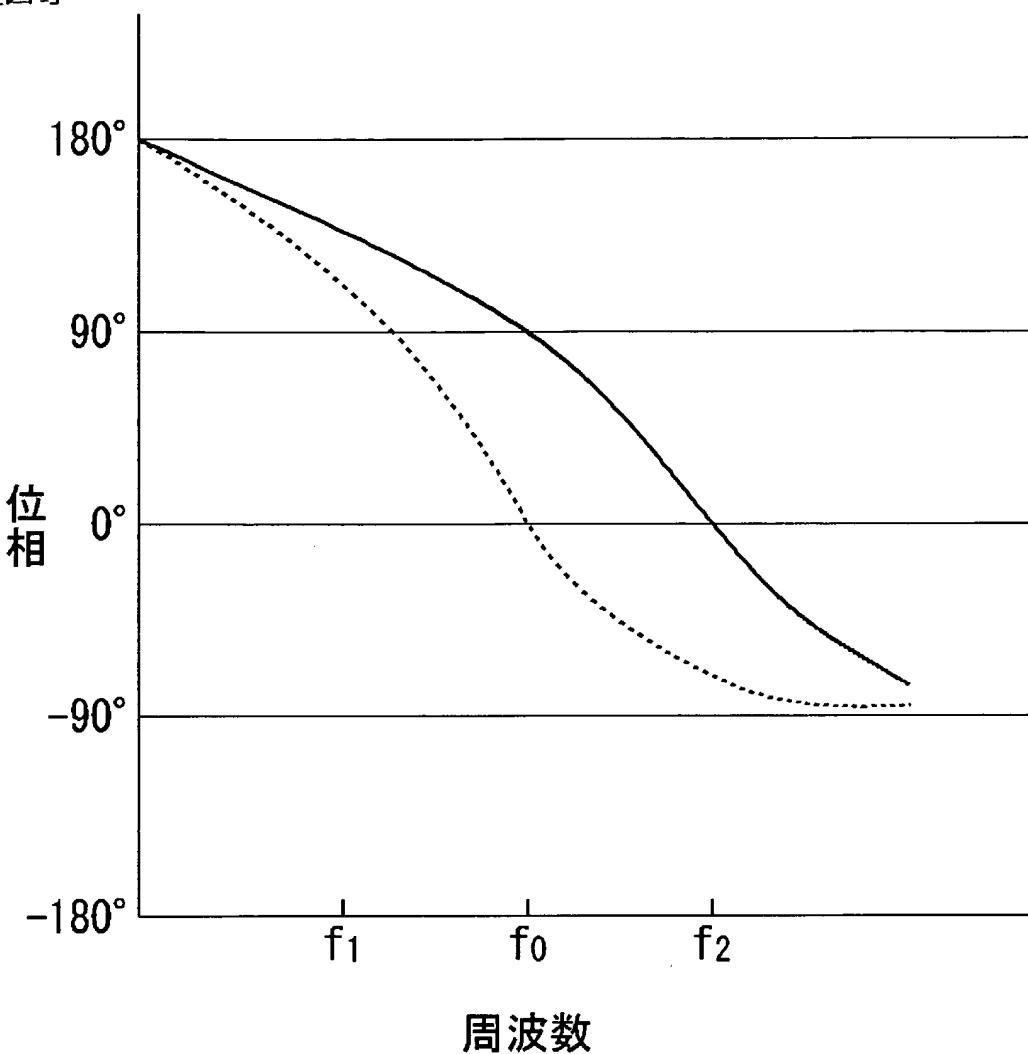
[図2]



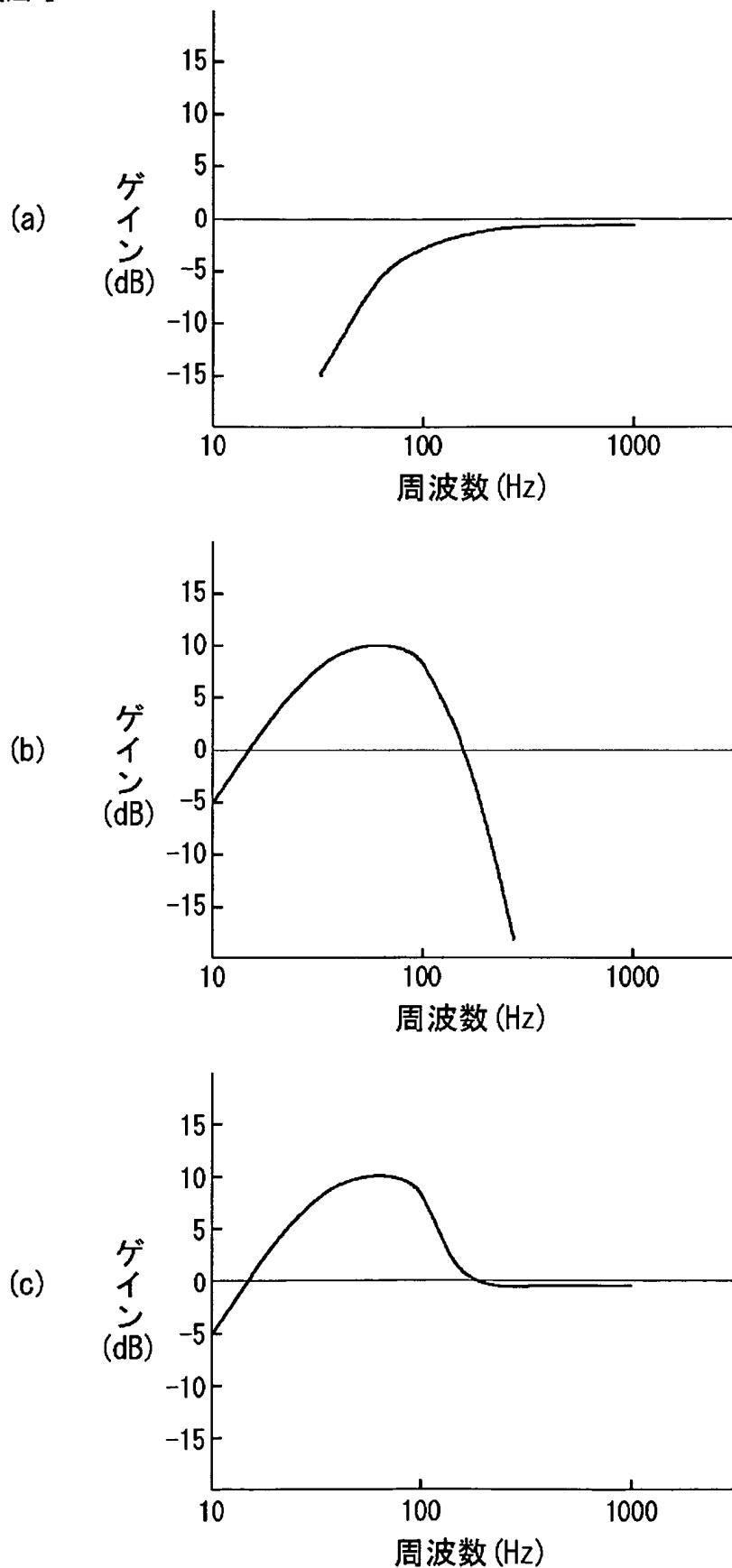
[3]



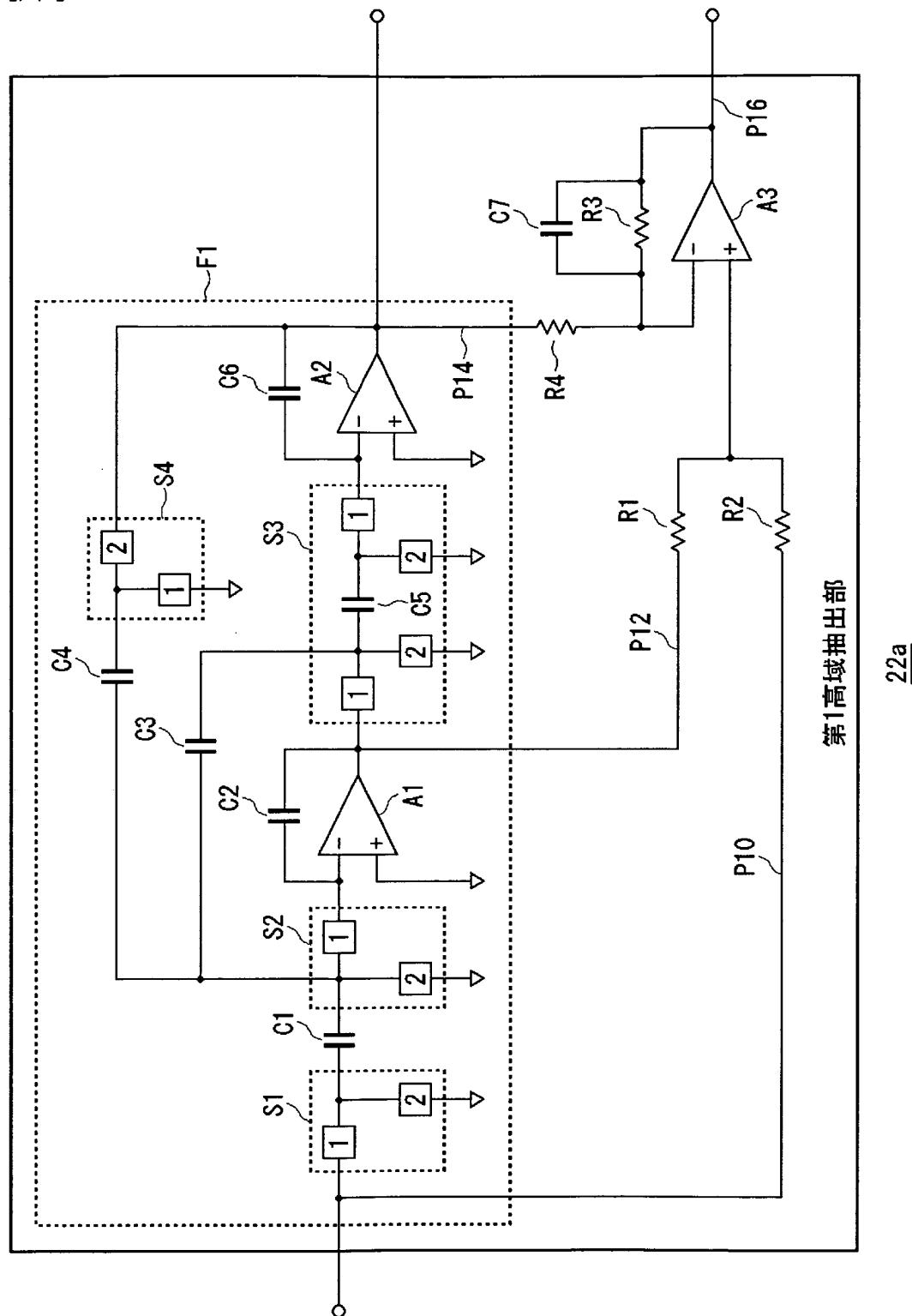
[図4]



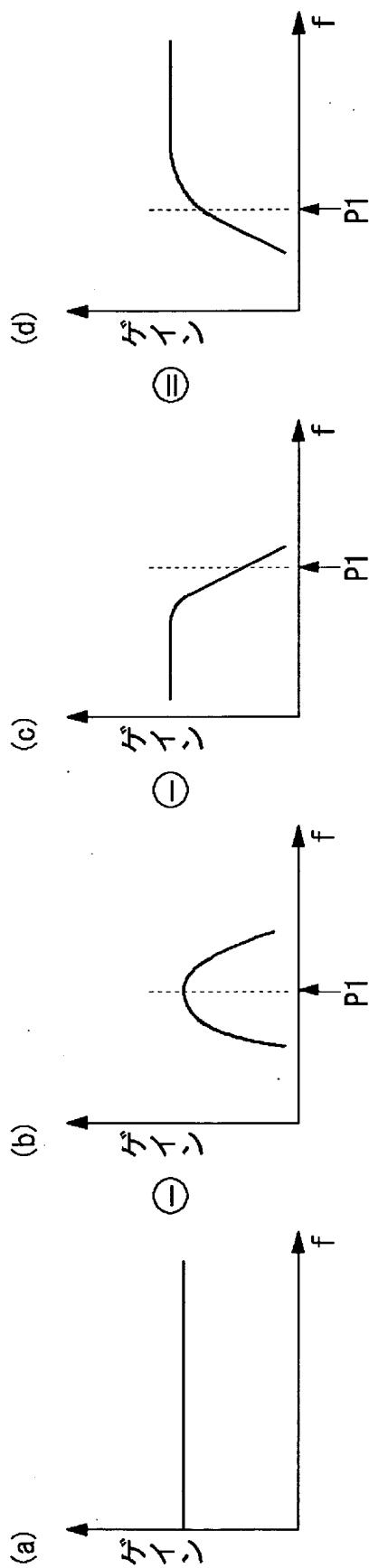
[図5]



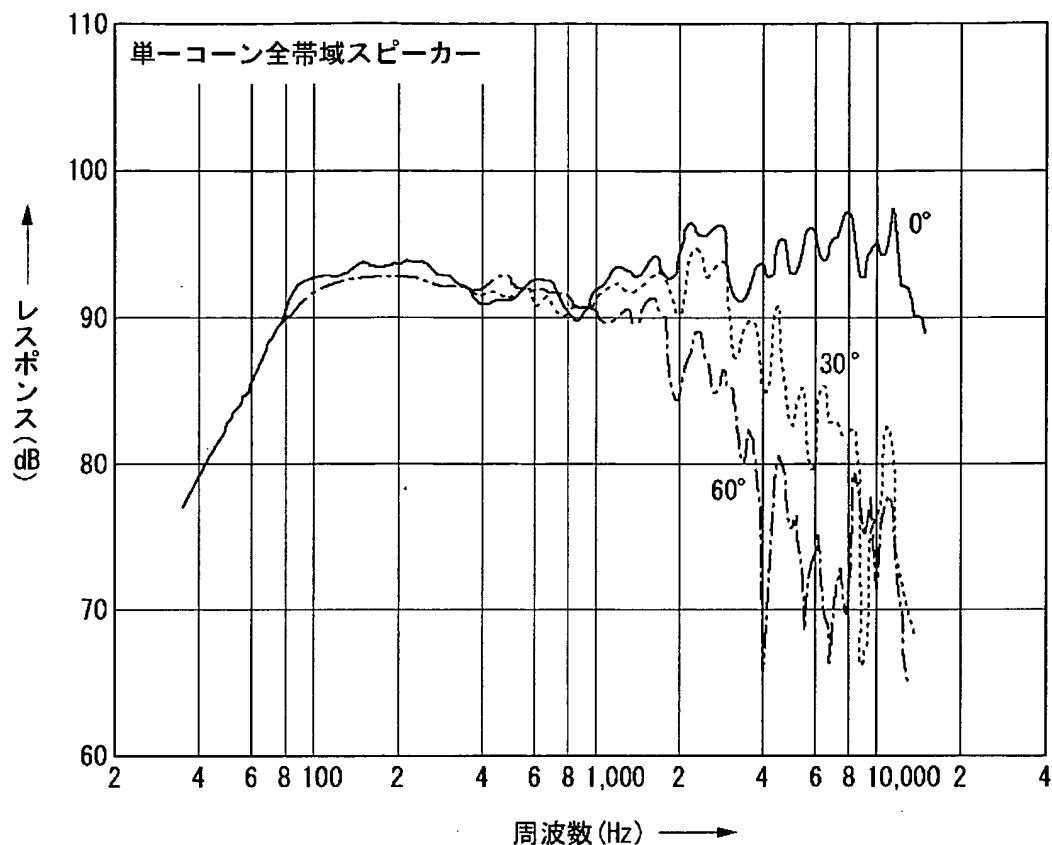
[図6]



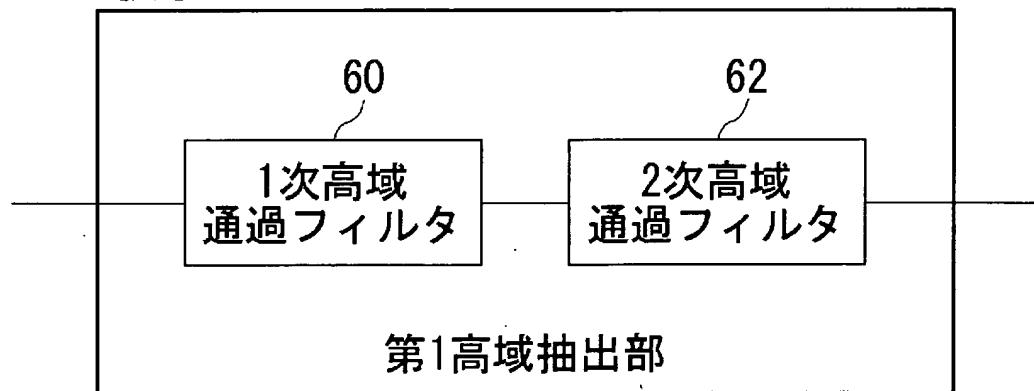
[図7]



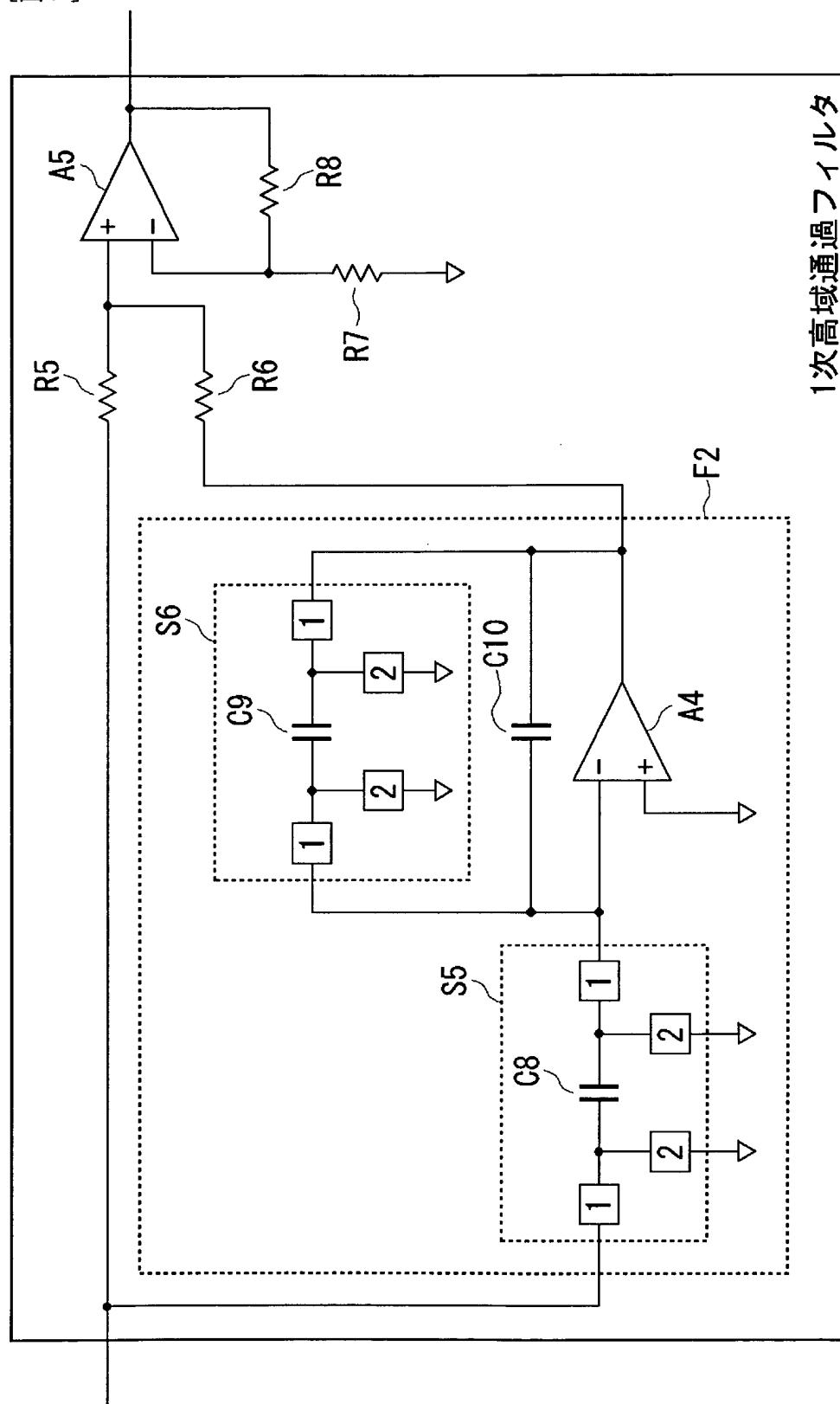
[図8]



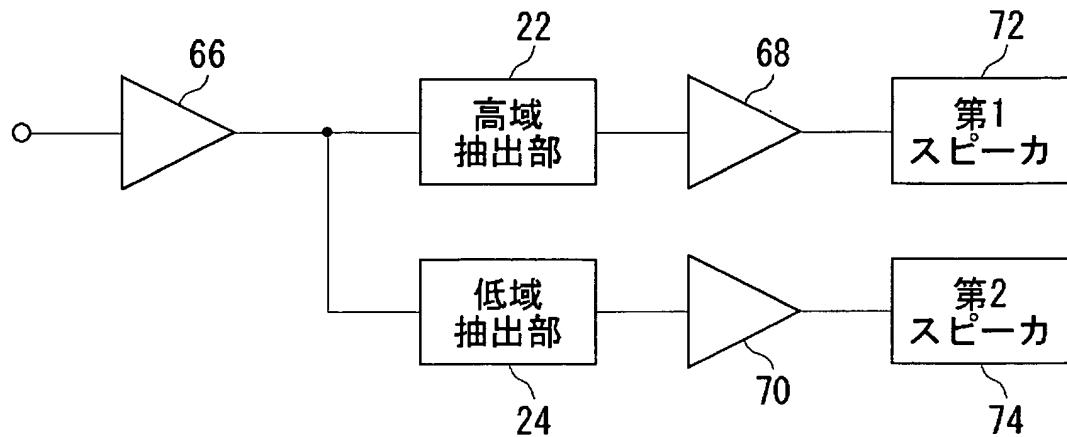
[図9]

22a

[図10]



[図11]



110